

**CHIMIE**  
**NIVEAU SUPÉRIEUR**  
**ÉPREUVE 3**

Jeudi 5 mai 2005 (matin)

1 heure 15 minutes

Numéro de session du candidat

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

---

**INSTRUCTIONS DESTINÉES AUX CANDIDATS**

- Écrivez votre numéro de session dans la case ci-dessus.
- N'ouvrez pas cette épreuve avant d'y être autorisé.
- Répondez à toutes les questions de deux des options dans les espaces prévus à cet effet. Vous pouvez rédiger vos réponses sur une feuille de réponses. Écrivez votre numéro de session sur chaque feuille de réponses que vous avez utilisée et joignez-les à cette épreuve écrite et à votre page de couverture en utilisant l'attache fournie.
- À la fin de l'examen, veuillez indiquer les lettres des options auxquelles vous avez répondu ainsi que le nombre de feuilles utilisées dans les cases prévues à cet effet sur la page de couverture.

**Option B – Les médicaments et les drogues**

**B1.** Les analgésiques peuvent être classés en analgésiques légers et analgésiques puissants.

- (a) Énoncer et expliquer la manière dont chaque type d’analgésique supprime la douleur. [4]

*un analgésique léger*

.....  
.....  
.....  
.....

*un analgésique puissant*

.....  
.....  
.....  
.....

- (b) L’aspirine est un analgésique léger d’usage courant.

- (i) Mentionner **un** avantage et **un** inconvénient liés à l’utilisation d’aspirine. [2]

*avantage*

.....  
.....

*inconvénient*

.....  
.....

- (ii) Énoncer **un** effet synergique lié à la consommation simultanée d’aspirine et d’éthanol. [1]

.....  
.....

- (iii) Le acétaminophène (paracétamol) est fréquemment utilisé comme substitut de l’aspirine. Énoncer **un** inconvénient lié à l’utilisation acétaminophène. [1]

.....  
.....

**B2.** (a) Comparer les antibiotiques à large spectre et les antibiotiques à spectre étroit. [1]

.....  
.....

(b) Énoncer la manière dont les pénicillines empêchent la croissance des bactéries et expliquer pourquoi les scientifiques continuent à développer de nouvelles pénicillines. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) Expliquer les effets spécifiques d'une modification de la chaîne latérale d'une pénicilline. [1]

.....  
.....

(d) (i) Discuter des effets possibles sur l'être humain d'une prescription excessive de pénicilline. [3]

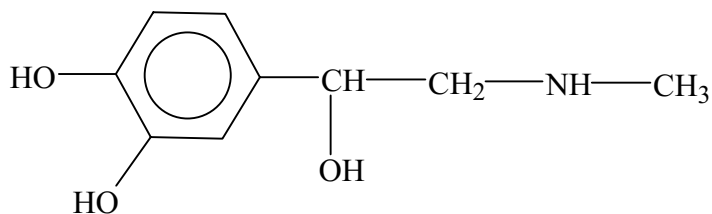
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Suggérer une autre pratique susceptible d'aboutir aux mêmes résultats. [1]

.....  
.....

**B3.** Beaucoup de médicaments et d'autres molécules biologiques importantes sont constitués d'espèces chirales dont l'activité dépend de l'énantiomère utilisé. L'adrénaline (une hormone également utilisée à des fins thérapeutiques) est une molécule chirale.

- (a) À l'aide d'un astérisque (\*), identifier le centre chiral de l'adrénaline, dont la structure est représentée ci-dessous. [1]



- (b) Certains énantiomères peuvent être préparés en utilisant un auxiliaire chiral. Décrire brièvement la manière dont fonctionne un auxiliaire chiral et mentionner l'avantage qu'il apporte. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- B4.** (a) La diéthylamide de l'acide lysergique (aussi connue sous l'appellation de LSD) et la mescaline sont deux drogues psychotropes. Énoncer **un** effet de ces deux substances et **un** effet qui soit spécifique au LSD ou à la mescaline. (*Préciser laquelle de ces deux substances est responsable de l'effet mentionné*). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (b) Décrire brièvement les similarités et les différences structurales entre le LSD et la mescaline. (Les structures sont fournies dans la Table 21 du *Recueil de Données*). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**Option C – Biochimie humaine**

- C1.** (a) Une variété de graisse végétale est constituée de 88 % de graisses insaturées et de 12 % de graisses saturées. Énoncer la différence structurale majeure entre les graisses insaturées et les graisses saturées.

[1]

.....  
 .....

- (b) L'acide linoléique,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ , et l'acide palmitique,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ , sont des constituants de graisses végétales. Expliquer pourquoi l'acide palmitique possède la température de fusion la plus élevée.

[3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- (c) La valeur énergétique d'une huile végétale a été déterminée à l'aide d'un calorimètre. Un échantillon de 5,00 g de cette huile a subi une combustion complète dans un calorimètre contenant 1000 g d'eau à une température initiale de  $18,0^\circ\text{C}$ . Une fois la combustion complète de l'huile achevée, la température de l'eau s'est élevée à  $65,3^\circ\text{C}$ .

Calculer la valeur calorique de l'huile, en  $\text{kJ g}^{-1}$ .

[4]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- C2.** En référence à la Table 22 du *Recueil de Données*, identifier **une** vitamine hydrosoluble et **une** vitamine liposoluble. Expliquer les différences de solubilité en termes de leurs structures et des forces intermoléculaires.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- C3.** Discuter **deux** avantages et **deux** inconvénients potentiels liés à l'utilisation d'aliments issus d'organismes génétiquement modifiés.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

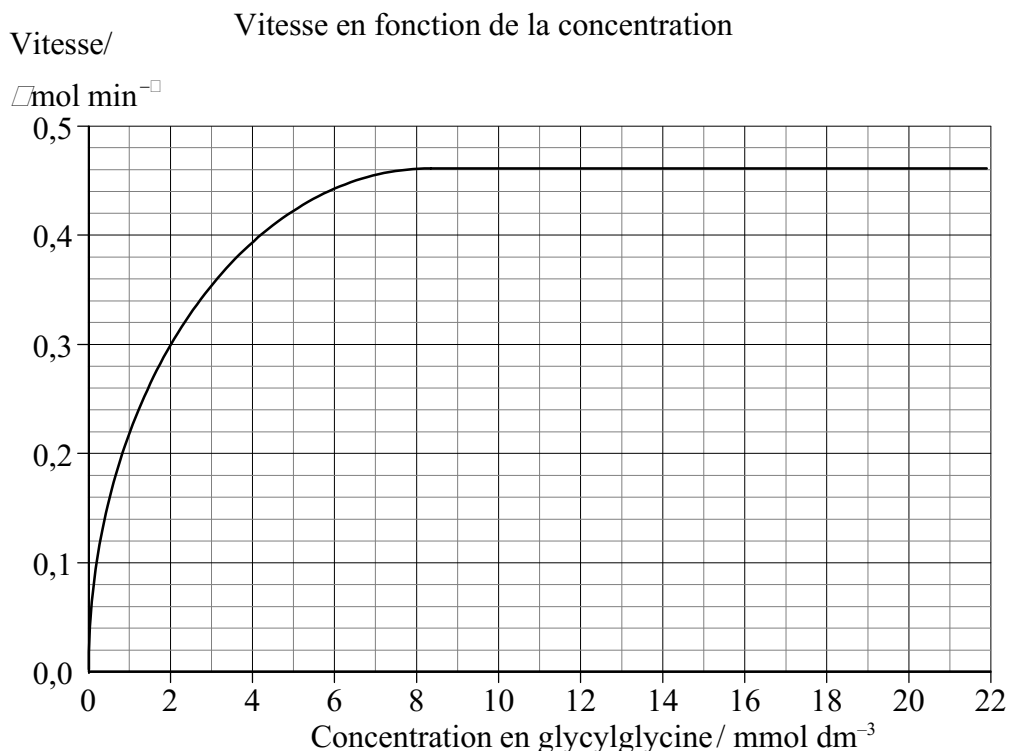
.....

.....

- C4.** (a) Énoncer la fonction des enzymes dans l'organisme humain. [1]

.....  
 .....

- (b) Une enzyme, la peptidase, est capable d'hydrolyser le dipeptide glycylglycine. Utiliser le graphique ci-dessous pour déterminer  $V_{\max}$  et la constante de Michaelis,  $K_m$ . [2]



$V_{\max}$  .....  $K_m$  .....

- (c) Expliquer de quelle manière la vitesse de cette réaction d'hydrolyse est affectée par une élévation de la concentration en substrat. Expliquer brièvement la signification de  $V_{\max}$ . [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- (d) Sur le graphique ci-dessus, tracer la courbe qui traduirait l'effet de l'addition d'un inhibiteur compétitif. [1]



- C5.** Les ions du fer jouent un rôle important dans le processus de transport de l'oxygène dans l'organisme. Nommer la substance qui forme un complexe avec le fer et préciser l'état d'oxydation de l'ion du fer. [2]

.....  
.....  
.....

**Option D – Chimie de l’environnement**

**D1.** (a) Citer **deux** gaz qui contribuent à l’effet de serre. [1]

.....  
 .....

(b) Expliquer de quelle manière les gaz à effet de serre entraînent le réchauffement global. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**D2.** (a) Identifier **un** polluant qui contribue à réduire la concentration en ozone dans la haute atmosphère. Citer une source du polluant identifié. [2]

.....  
 .....

(b) Les fluorocarbones et les hydrofluorocarbones sont actuellement considérés comme des alternatives à certains polluants responsables de la déplétion de la couche d’ozone. Citer **un** avantage et **un** inconvénient liés à l’utilisation de ces composés alternatifs. [2]

*avantage*

.....  
 .....

*inconvénient*

.....  
 .....

- D3.** (a) Les étapes initiales du traitement des eaux usées sont connues sous l'appellation d'étape primaire et étape secondaire. Pour chacune de ces étapes, décrire brièvement la nature du traitement et la substance éliminée.

[4]

*étape primaire*

.....  
 .....

*substance éliminée*

.....  
 .....

*étape secondaire*

.....  
 .....

*substance éliminée*

.....  
 .....

- (b) Citer **deux** types de substances éliminées lors du traitement tertiaire des eaux usées et expliquer de quelle manière elles sont éliminées au cours de cette étape.

[4]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- D4.** Identifier **un** polluant primaire et **un** polluant secondaire responsable du brouillard photochimique (smog photochimique) et décrire la formation des polluants secondaires. Indiquer pourquoi l'inversion de température constitue une situation idéale pour la formation du brouillard photochimique. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- D5.** Les métaux lourds, comme le mercure, le plomb ou le cadmium, peuvent polluer les cours d'eau. Indiquer **deux** sources pour l'un de ces métaux lourds et décrire brièvement **un** effet environnemental et **un** effet sur la santé humaine causés par ce métal. [3]

sources

.....

.....

effet environnemental

.....

.....

effet sur la santé humaine

.....

.....

- D6.** Discuter des désavantages de l'utilisation de la  $DL_{50}$  comme moyen d'expression de la toxicité d'une substance présente dans une eau. [2]

.....

.....

.....

.....

**Option E – Les industries chimiques**

- E1.** (a) Décrire la différence structurale entre le polypropène isotactique et le polypropène atactique. Un schéma peut être utilisé pour montrer la différence. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (b) Citer **deux** propriétés du polypropène isotactique et expliquer brièvement comment sa structure induit ces propriétés. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- E2.** (a) Citer le procédé chimique essentiel mis en œuvre dans l'extraction du fer et de l'aluminium. [1]

.....

- (b) En utilisant le fer et l'aluminium comme exemples, discuter le facteur le plus important déterminant la facilité d'extraction de tous les métaux. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**E3.** Le fer est produit dans un haut-fourneau.

- (a) Nommer et écrire la formule du principal minerai à partir duquel le fer est extrait. [1]

.....  
 .....

- (b) (i) Nommer et écrire la formule de la principale impureté contenue dans le minerai de fer. [1]

.....  
 .....

- (ii) Nommer la matière première utilisée pour éliminer cette impureté. Montrer par des équations de quelle manière elle est éliminée. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

- (c) Indiquer quel est le procédé utilisé pour extraire l'aluminium à l'échelle industrielle et écrire les équations des réactions qui interviennent. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

- (d) Expliquer l'utilisation de la cryolithe dans la production d'aluminium, en évoquant d'autres raisons que le coût. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**E4.** L'électrolyse de la saumure est à la base de l'industrie des alcalis chlorés. Discuter la production de chlore par cette méthode en référence

(i) aux équations des réactions qui se produisent aux électrodes [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

(ii) à **deux** méthodes permettant de s'assurer que les réactions aux électrodes se produisent séparément [1]

.....  
 .....

(iii) aux noms des deux autres produits et à **une** application industrielle pour chacun. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**E5.** Expliquer ce qui est ajouté au silicium lorsqu'il est dopé pour produire des semi-conducteurs de type n et de type p. [4]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Option F – Les combustibles et l'énergie**

**F1.** (a) L'énergie stockée dans la biomasse peut être libérée de diverses manières. Deux méthodes utilisées sont la combustion directe et la conversion en éthanol. Pour **chacune** d'elles, donner **un** avantage et **un** inconvénient.

(i) combustion directe

[2]

*avantage*

.....  
 .....

*inconvénient*

.....  
 .....

(ii) conversion en éthanol

[2]

*avantage*

.....  
 .....

*inconvénient*

.....  
 .....

(b) L'énergie solaire peut être convertie en électricité au moyen de cellules photovoltaïques. Donner **un** avantage et **un** inconvénient liés à l'utilisation de cellules voltaïques.

[2]

*avantage*

.....  
 .....

*inconvénient*

.....  
 .....



**F2.** De l'énergie électrique peut être produite à partir d'énergie chimique en utilisant des piles.

- (a) (i) Expliquer le fonctionnement d'une batterie d'accumulateurs au plomb. La réponse doit inclure
- les matériaux qui constituent chacune des électrodes
  - la nature de l'électrolyte
  - les demi-équations des réactions se produisant à chaque électrode.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Identifier le type de réaction se produisant à l'électrode négative (anode) et expliquer la réponse.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) En référence à une batterie d'accumulateurs au plomb, identifier les facteurs qui influencent

- (i) la différence de potentiel produite.

[1]

.....

.....

- (ii) la puissance disponible.

[1]

.....

.....

**F3.** Le phosphore 31 est stable, mais le phosphore 33 est radioactif.

- (a) Prédire le mode de désintégration radioactive du P-33 et expliquer la réponse. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) P-33 a une demi-vie de 25 jours.

- (i) Déterminer la constante de vitesse,  $k$ . [1]

.....

.....

- (ii) Calculer la fraction d'un échantillon de P-33 qui s'est désintégrée en 7 jours. [2]

.....

.....

.....

.....

**F4.** Le graphique ci-dessous traduit la relation entre l'énergie de liaison par nucléon et le nombre de masse.

- (a) Définir l'expression *énergie de liaison nucléaire*.

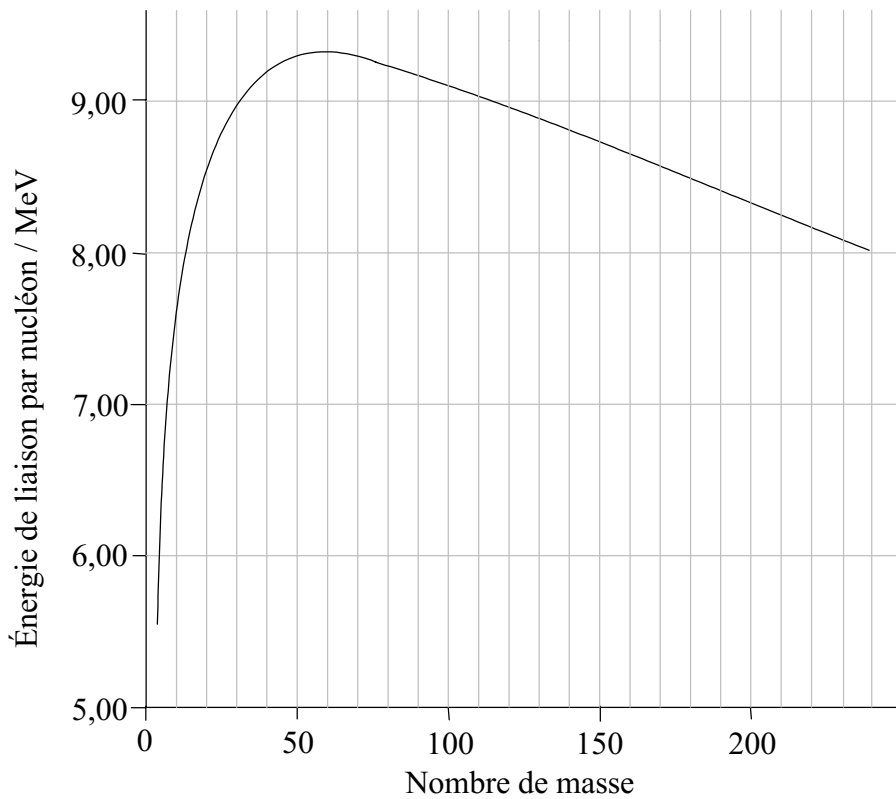
[1]

.....  
 .....

- (b) Utiliser le graphique ci-dessous pour justifier le fait que la fission nucléaire et la fusion nucléaire dégagent toutes deux de l'énergie. Expliquer pourquoi la courbe se termine au voisinage du nombre de masse 240.

[4]

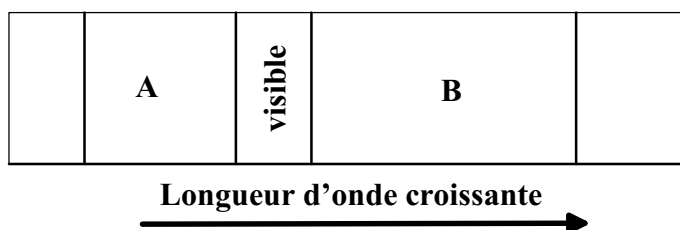
Énergie de liaison par nucléon en fonction du nombre de masse



.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Option G – Chimie analytique moderne**

**G1.** La figure ci-dessous représente la région visible du spectre électromagnétique et les deux régions adjacentes.



- (a) Nommer les régions désignées par **A** et **B**, identifier les processus atomiques ou moléculaires associés à chaque région et comparer les énergies des photons impliqués dans chacun de ces processus.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) En donnant une raison justifiant le choix, indiquer quelle région, de **A** ou de **B**, pourrait être utilisée pour

- (i) tester des ions métalliques.

[1]

.....

.....

- (ii) obtenir des informations à propos des forces de liaison.

[1]

.....

.....

**G2.** (a) Représenter les structures de **deux** isomères possibles du composé répondant à la formule  $C_2H_4O_2$ . [2]

(b) Le spectre infrarouge de ce composé présente des absorptions à 2920, 2765 et 1710  $cm^{-1}$ . En utilisant les informations de la Table 18 du *Recueil de Données*, assigner chaque absorption à une vibration particulière. [2]

2920  $cm^{-1}$  .....  
 .....  
 2765  $cm^{-1}$  .....  
 .....  
 1710  $cm^{-1}$  .....  
 .....

(c) Des deux structures proposées en (a), quelle est celle qui donnerait lieu aux absorptions mentionnées ci-dessus ? Expliquer la réponse. [2]

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**G3.** (a) La spectroscopie RMN  $^1\text{H}$  peut être utilisée pour obtenir des informations relatives à la structure de molécules. Énoncer les informations qui peuvent être tirées

(i) du nombre de pics. [1]

.....  
 .....

(ii) du déplacement chimique. [1]

.....  
 .....

(iii) du rapport des aires comprises sous les pics. [1]

.....  
 .....

(iv) de la démultiplication des pics. [1]

.....  
 .....

(b) Le spectre RMN  $^1\text{H}$  d'un composé répondant à la formule  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  comporte trois pics principaux présentant les caractéristiques suivantes en ce qui concerne le déplacement chimique, l'aire comprise sous le pic et la démultiplication du pic.

déplacement chimique / ppm	aire sous le pic	démultiplication du pic
0,9	3	triplet
2,0	2	quartet
4,1	3	singulet

À l'aide des informations fournies par la Table 19 du *Recueil de Données*, déterminer les types de protons présents dans la molécule. [3]

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(Suite de la question à la page suivante)

*(Suite de la question G3)*

- (c) Dédurre une structure de la molécule qui soit consistante avec les informations fournies en (b).  
Expliquer la réponse.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Option H – Chimie organique approfondie**

**H1.** Le méthylbenzène,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ , réagit avec  $\text{Cl}_2$  pour former des produits différents selon les conditions dans lesquelles s'opère la réaction. En considérant la réaction entre  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$  et  $\text{Cl}_2$  en phase gazeuse et à la lumière ultraviolette,

(a) représenter une formule de structure du produit  $\text{C}_7\text{H}_7\text{Cl}$ . [1]

(b) proposer un mécanisme réactionnel par étapes, en identifiant clairement chaque étape. [5]

(c) expliquer le rôle de la lumière ultraviolette. [1]

.....  
 .....



**H2.** Lorsque le cyanure d'hydrogène réagit avec un aldéhyde ou une cétone, la molécule du produit obtenu compte un atome de carbone de plus.

- (a) Proposer un mécanisme réactionnel pour la réaction entre le cyanure d'hydrogène et la propanone.

[4]

- (b) Écrire l'équation de l'hydrolyse acide de ce produit. Indiquer les **deux** groupements fonctionnels présents dans le produit organique obtenu.

[2]

.....  
.....  
.....  
.....

**H3.** Les vitesses et les mécanismes des réactions de substitution nucléophile dépendent de plusieurs facteurs.

- (a)  $\text{CH}_3\text{Br}$  et  $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$  réagissent l'un et l'autre avec l'hydroxyde de sodium en solution aqueuse. Identifier le type de substitution nucléophile intervenant dans chaque réaction. Expliquer chacun des mécanismes en termes d'effets inductifs et d'effets stériques. [6]

$\text{CH}_3\text{Br}$

.....

.....

.....

.....

.....

$(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Comparer les vitesses relatives de réaction de  $\text{CH}_3\text{Br}$  avec  $\text{OH}^-$  et avec  $\text{H}_2\text{O}$ . Expliquer la réponse. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*(Suite de la question à la page suivante)*

*(Suite de la question H3)*

- (c) Comparer les vitesses relatives des réactions de substitution nucléophile de  $\text{CH}_3\text{Br}$  et de  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ . Expliquer la réponse.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....